

U.S. 5,900,217 corresponds



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift
⑩ DE 196 00 873 A 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
F 23 G 7/06
F 23 J 15/04
B 01 D 53/77

②1 Aktenzeichen: 196 00 873.5
②2 Anmeldetag: 12. 1. 96
④3 Offenlegungstag: 2. 10. 97

DE 196 00 873 A 1

⑦1 Anmelder:

DAS Dünnschicht-Anlagen-Systeme GmbH
Dresden, 01217 Dresden, DE

⑦4 Vertreter:

Patentanwälte Rau, Schneck & Hübner, 90402
Nürnberg

⑦2 Erfinder:

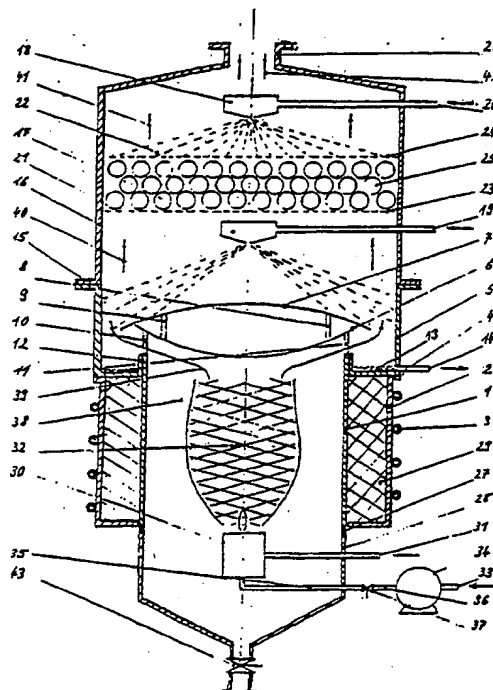
Reichardt, Horst, Dr., 01257 Dresden, DE; Ritter,
Lothar, 01109 Dresden, DE; Firkert, Günter, 01159
Dresden, DE; Gehmlich, Konrad, 01099 Dresden, DE;
Hofmann, Gerold, 01237 Dresden, DE; Henrich,
Michael, 01109 Dresden, DE; Wiesenberg, Wido,
01109 Dresden, DE

⑤4 Verfahren und Einrichtung zur Reinigung von schadstoffhaltigen Abgasen durch Verbrennen und chemische Umsetzung mit Hilfe einer Flamme in einer Brennkammer

⑤7 In einer Einrichtung mit einer Brennkammer und einer Sprühwascheinrichtung werden Abgase mit unterschiedlichen toxischen Stoffen vorzugsweise aus CVD- und Plasma-
prozessen zur Herstellung von Halbleiterschaltkreisen behandelt.

Die Abgasreinigungseinrichtung wird durch modulare Baugruppen zum Verdichten der Prozeßabgase und zur Regenerierung der Wasch- bzw. Sorptionsflüssigkeit zu einer Gesamtanlage komplettiert.

Durch Vermeidung von Wasserdampf an den Brennkammerwänden mittels Maßnahmen zur Einstellung einer erhöhten gleichmäßigen Brennkammertemperatur und einer hohen Abgastemperatur in der gesamten Brennkammer bis zum Abschrecken auf niedrige Temperatur auf kürzester Wegstrecke wird eine hohe Effizienz der Schadstoffumsetzung erreicht. Dadurch, daß Sorptionsflüssigkeit nicht mit den Brennkammerwänden und Teilen in der Brennkammer in Berührung kommen kann, werden Verkrustungen an funktionswichtigen Teilen vermieden. Hoh Temperaturen des eingelassenen Abgases, mit verschiedenen gerätetechnischen Maßnahmen erreicht, und hohe Brennkammertemperaturen gewährleisten einen geringen Brenngasverbrauch und damit ein günstiges ökologisches Verhalten der Abgasreinigung. Meßwerte über Volumenflüsse der Arbeitsgase in den Prozeßanlagen und der Vakuumpumpe werden zur Steuerung der Abgasreinigungseinrichtung mitgenutzt.



DE 196 00 873 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Reinigung von Abgasen mit unterschiedlichen, vorzugsweise fluorhaltigen Schadstoffen, insbesondere aus Anlagen zum Ätzen durch Plasmaprozesse und vorzugsweise silizium-, phosphor- und borhaltige Schadstoffe aus Anlagen zum Beschichten durch chemische Dampfphasenabscheidung. Derartige Prozesse spielen eine Rolle bei der Herstellung von Halbleiterschaltkreisen. Die Abgase enthalten Schadstoffe unterschiedlicher, chemischer Zusammensetzung. Wichtige Gruppen dieser Schadstoffe sind Hydride, z. B. Silane. Häufig fallen Fluorkohlenwasserstoffe und andere Fluorverbindungen an. Die Schadstoffe oder deren Reaktionsprodukte wirken toxisch und stellen somit eine Gefahr für Mensch und Umwelt dar bzw. fördern aufgrund ihrer schädlichen Wirkung in der Atmosphäre die Ozonzerstörung und den Treibhauseffekt. Ein Teil der Schadstoffe bzw. deren Reaktionsprodukte wirken stark korrosiv u. a. auf Bauteile der Reinigungseinrichtung selbst.

Zur Abgasreinigung sind eine ganze Reihe von Verfahren und Einrichtungen bekannt.

Sehr häufig erfolgt die Reinigung durch Sorption der Schadgase aus dem Abgas, in dem dieses z. B. durch oxidierende, wässrige Lösungen geführt wird (DE 33 42 816 A1). Dabei entstehende, wasserlösliche Verbindungen können in einer zweiten Prozeßstufe, z. B. durch basische Lösungen ausgefällt werden. Flüchtige Schadstoffe oder Sekundärprodukte werden in einer dritten Prozeßstufe, z. B. mittels Aktivkohlefiltern, aus dem Abgas beseitigt.

Eine andere Gruppe von Reinigungseinrichtungen arbeitet mittels Verfahren der Feststoffreaktion mit indirekt — elektrisch oder induktiv beheizten Materialien. Nichtorganische Halide und Hydride, sowie metallorganische Verbindungen lassen sich an beheizten Metallkatalysatoren zersetzen (Europ. Pat. 0384803 A1). Um unterschiedliche chemischen Reaktionen für die Beseitigung der Schadstoffe zu nutzen oder/und Schadstoffe in Prozeßfolgen zu beseitigen, werden verschiedene reaktiven Materialien in einer indirekt beheizten Kolonne geschichtet angeordnet (WO 89/1 1905, WO 91/08041). Auf diese Weise wurden z. B. Halogene und Hydride chemisch umgewandelt und in feste Verbindungen umgesetzt. Die Wirksamkeit einer derartigen Verfahrensweise wird aber durch eine mit der Prozeßzeit fortschreitenden Versiegelung der Oberflächen durch sich abscheidende feste Verbindungen drastisch verringert. Dies hat eine Abnahme der Effektivität der Reinigung zur Folge. Der Reinigungsprozeß erfordert eine periodische Erneuerung der reaktiven Materialien.

Eine Vergiftung der reaktiven Oberflächen im Feststoffreaktor (z. B. durch Kohle oder Karbide) kann durch Sauerstoffzusatz zum Abgas verringert werden (DD 2 21 088 A1). Problematisch bleiben die begrenzten Reaktionsflächen der reaktiven Materialien und der damit beschränkte Durchsatz an schadstoffhaltigen Abgasen.

Eine Vielzahl von Abgasreinigungseinrichtungen arbeiten nach Verfahren der thermischen Zersetzung oder Oxidation der Schadstoffe in einer Brennkammer. Sind die Schadstoffe selbst nicht brennbar oder sind sie nur

wandlung werden anschließend, z. B. durch Sorptions- oder Waschprozesse, aus dem Abgas beseitigt (US-A 288 9002).

Die Umsetzung der Schadstoffe in einer Brenngasflamme hat jedoch für unterschiedliche Schadstoffe eine unterschiedliche Effizienz in der Reinigungswirkung. So ist die Effizienz der Reinigungswirkung häufig nicht ausreichend, um geforderte Standards einzuhalten. Bei vertretbarem Verbrauch von Brenngas enthalten die gereinigten Abgase noch kritisch hohe Anteile an Schadstoffen. Eine Verbesserung der Effizienz der Reinigung in Richtung eines niedrigen Schadstoffgehaltes im gereinigten Abgas, kann zwar in gewissem Umfang durch Erhöhung der Brenngasmenge relativ zur Menge des zugeführten Abgases erzielt werden, führt jedoch wegen der Erhöhung des Brenngasverbrauches zu einer kritischen Verschlechterung der Ökonomie der Abgasreinigung.

In den meisten der bekanntgewordenen Abgasreinigungseinrichtungen werden mehrere Teilprozesse, wie thermische Zersetzung oder Oxidation, thermisch aktivierte chemische Umsetzung, Kühlung des Gases, Sorption, Hydrolyse und Neutralisation, ausgeführt (EP 034 689 3 B1). Dazu wird das Abgas nacheinander z. B. durch eine Einrichtung mit einer Brennkammer und mindestens eine weitere Einrichtung, z. B. eine solche, die nach dem Waschprinzip wirkt, geleitet.

Es sind auch Einrichtungen zur Reinigung von Abgas vorgeschlagen worden, bei denen das Abgas nacheinander durch eine Brennkammer zur Verbrennung der Schadstoffe und eine Waschkammer geleitet wird, die konstruktiv zu einer Einheit zusammengefaßt sind (EP 0346893 B1). Ein mehrstufiger Reinigungsprozeß wurde auch in einer einzigen Reaktionskammer realisiert, in dem das verbrannte Abgas durch eine feinverteilte Flüssigkeit (Sorptions- bzw. Kühlmittel) geführt wird oder mit einem solchen Flüssigkeitsfilm an den Wandflächen der Brennkammer in Kontakt gebracht wird (DE 43 20 044).

Derzeitig eingesetzte Einrichtungen zur Schadstoffbeseitigung aus Abgasen mit einer Brennkammer, einer Vakuumpumpe und mindestens einer weiteren Einrichtung, z. B. einer Sprühwascheinrichtung, haben eine Reihe technischer Nachteile. Gravierend sind solche, die zur Einschränkung der Effektivität der Reinigung und zu hohem Brenngasverbrauch führen. Kritisch können aber auch solche sein, die zu Störungen an Bauteilen der Reinigungseinrichtung führen.

So kann es z. B. in Auswirkung der Verdichtung der Abgase aus den Beschichtungs- bzw. Ätzanlagen mittels der Vakuumpumpe bereits in den Verbindungsleitungen zwischen dieser und der Reinigungseinrichtung zur Kondensation von Schadstoffen und — unter Einwirkung von in die Leitungen eindringender Feuchte — von Reaktionsprodukten in fester Form kommen.

Wird Wasser in die Brennkammer oder Teile derselben geführt, um von deren innerer Wandung oder von Brennteilen Reaktionsprodukte — z. B. Siliziumdioxid als Reaktionsprodukt der Silanverbrennung — abzuwaschen, so kann sich dies verheerend in einem Anstieg der Korrosion an Teilen der Brennkammer auswirken — insbesondere wenn außerdem fluorhaltige Abgase chemisch in der Flamme umgesetzt werden —, sich bilden-

Flammensensor, störende Verkrustungen durch Abscheidungen von Salzen, z. B. Kaliumfluorid.

Die Bildung von Feuchte ist in Einrichtungen mit wassergekühlten Brennkammern bei der Umsetzung insbesondere fluorhaltiger und chlorhaltiger Schadstoffe in der Brenngasflamme prozeßbedingt, damit ist aber auch die Bildung von korrosiv wirkenden Säuren prozeßbedingt und deren Auswirkung auf die Funktionselemente der Brennkammer scheinbar unvermeidlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei der Beseitigung von Schadstoffen aus nicht brennbaren Abgasen in einer Brennkammer mit einer Brenngasflamme die Effizienz der Reinigung, d. h. den Grad der Umsetzung der Schadstoffe, zu erhöhen. Insbesondere soll gewährleistet werden, daß eine hohe Reinigungswirkung erzielt wird, wenn das Abgas unterschiedliche, toxische Bestandteile enthält. Die Ökonomie der Abgasreinigung ist durch Verringerung des Brenngasverbrauches und durch Verringerung des Investitionsaufwandes in den Halbleiterfertigungsbetrieben zu verbessern.

Es sind auch Verlängerungen in der ununterbrochenen Betriebszeit der Reinigungseinrichtung notwendig, zum einen durch Vergrößerung der effektiven Betriebszeit zwischen erforderlichen Reinigungen, zum anderen durch Erhöhung der Standzeit der Brennkammerbauteile durch Verringerung der Korrosion aggressiver Schadstoffbestandteile oder deren Reaktionsprodukten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Einrichtung nach Anspruch 1 bis 16 gelöst.

In der Einrichtung wird mit einem Verfahren gearbeitet, bei dem in einer Brennkammer ein Brenngasgemisch, vorzugsweise Wasserstoff/Sauerstoff oder Methan/Sauerstoff mit Hilfe eines Brenners verbrannt wird und in die Flamme das schadstoffhaltige Abgas eingespeist wird. Die Abgase sind nicht selbst brennbar, auch wenn sie brennbare Komponenten, z. B. Hydride, enthalten, da sie in der Regel zu über 90% auf nichtbrennbaren inerten Gasen, z. B. N_2 oder Ar, bestehen. Sollen die Schadstoffe in der Flamme für eine thermische Zersetzung nur aktiviert werden, werden die Komponenten des Brenngasgemisches stöchiometrisch zugeführt. Soll eine Umwandlung von Schadstoffen durch chemische Reaktionen in der Flamme erfolgen, so wird die wasserstoffhaltige Komponente oder der Wasserstoff im Überschuß zugeführt, wenn dies durch Reduktion geschieht bzw. es wird Luft oder Sauerstoff im Überschuß zugeführt, wenn eine Oxidation erreicht werden soll. Durch genaue Dosierung und/oder durch getrennte bzw. zusätzliche Zufuhr von Gaskomponenten wird die

Die heißen Gase am Ausgang der Brennkammer werden einer Einrichtung zur weiteren Behandlung, z. B. einem Sprühwäscher, zugeführt. In dieser Einrichtung erfolgen in der Regel mehrere Teilprozesse, wie Abkühlen, Hydrolisieren, Neutralisieren und Auswaschen.

Das in der Reinigungseinrichtung behandelte, d. h. weitgehend von toxischen Schadstoffen befreite Abgas wird dem Abluftkanal zugeführt und ins Freie abgeführt.

Erfindungsgemäß wird in einer Einrichtung zur Beseitigung von Schadstoffen aus Abgasen, die mindestens aus einer Brennkammer mit Brenner und mit geeigneter Zufuhr für Abgas und Brenngasgemisch, einer Sprühwascheinrichtung, einer Vakuumpumpe und einer Regenerationseinrichtung für die Waschflüssigkeit besteht, das Brennkammerrohr in einem direkt gekühlten Mantel mit geschlossenen Kühlkanälen angeordnet. Als Waschflüssigkeit wird im einfachsten Fall Wasser benutzt. Zweckmäßiger ist der Einsatz eines Sorptionsmittels aus Wasser mit alkalischen Zusätzen z. B. von NaOH, KOH oder Karbonaten.

Der Spalt zwischen diesem Mantel und dem Brennkammerrohr ist mit einem Stoff bestimmter Wärmeleitfähigkeit gefüllt. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß in die Brennkammer weder Sorptionsmittel noch Kühlwasser eindringt und auch nicht mit der äußeren Mantelfläche in Berührung kommt. Die Temperatur des Brennkammerrohres läßt sich so auf eine definiert gegenüber Raumtemperatur bzw. Kühlwassertemperatur erhöhte Temperatur einstellen, die an allen Stellen des Rohres mindestens 1200 Celsius, vorzugsweise mehr als 1500 Celsius beträgt.

Zwischen Brennkammer und Sprühwascheinrichtung ist in einem zylindrischen Bauteil ein Körper eingesetzt, der in seiner Projektion in Richtung der Achse des Brennkammerrohres größer als die lichte Weite des Brennkammerrohres ist, aber in radialer Richtung derart begrenzt ist, daß zwischen der Innenwand des zylindrischen Bauteiles und besagtem Körper ein Spalt bleibt, dessen Fläche vorzugsweise im Bereich der Größe der Fläche der Öffnung des Brennkammerrohres ist. Besagter Körper ist mit Halteteilen am zylindrischen Bauteil oder am Brennkammerrohr derart befestigt, daß die Fläche der Durchgangsöffnung zwischen Brennkammerrohr und dem Körper ebenfalls im Bereich der Größe der Fläche der Öffnung des Brennkammerrohres ist. Durch besagte Ausführung des zylindrischen Bauteiles und des Körpers ist gewährleistet, daß einerseits der heiße Abgasstrom ohne wesentliche Beeinträchtigung

zwischen zylindrischem Bauteil und Körper eine hohe Temperatur behalten und dann auf kürzester Wegstrecke abgekühlt, de facto abgeschreckt. Auf diese Weise wird die Bildung sekundärer Schadstoffe, z. B. von Stickoxiden, Dioxinen und Furanen verhindert und damit der Schadstoffgehalt des Abgases, insbesondere an hochtoxischen Bestandteilen, dramatisch verringert.

Der untere Teil des zylindrischen Bauteiles ist derart ausgebildet, daß sich eine ringförmige Wanne für die Waschflüssigkeit ausbildet. Das Brennkammerrohr reicht axial mindestens um die Höhe der inneren Ringwannenbegrenzung in das zylindrische Bauteil hinein und ist wärmeisolierend befestigt.

In der ringförmigen Wanne sammelt sich das Kühl-, Wasch- bzw. Sorptionsmittel aus der Sprühwascheinrichtung ohne in das Brennkammerrohr einzudringen bzw. es von außen zu benetzen. Es wird aus dieser Wanne abgeleitet. Die Wand des Brennkammerrohres wird also weder direkt gekühlt noch der korrosiven Wirkung des Kühl-, Wasch- bzw. Sorptionsmittels ausgesetzt.

Das Brennkammerrohr ist mit dem unteren Ende wärmeisolierend auf einem Bauteil aufgesetzt, in dem der Brenner angeordnet ist. Der wassergekühlte Mantel ist in Achsenrichtung etwa auf den Bereich der Längsausdehnung des Brennkammerrohres begrenzt.

Durch die Wärmeisolierung des Brennkammerrohres gegenüber der Sprühwascheinrichtung und gegenüber dem meist wassergekühlten Bauteil, in dem der Brenner angeordnet ist und die definierte Wärmeleitung zwischen Brennkammerrohr und Mantel stellt sich unter der Einwirkung der Wärmestrahlung aus der Brenngasflamme und der Wärmekonvektion aus dem heißen Gasstrom eine erhöhte, weitgehend gleichmäßig über die Längsausdehnung des Brennkammerrohres verteilte Temperatur ein.

Dies hat folgende Auswirkungen:

Die überhöhte und über weite Strecken gleichmäßige Temperatur des Brennkammerrohres beeinflusst günstig den Verbrennungsgrad der Schadstoffe bzw. die Reaktionsbedingungen für die chemische Schadstoffumsetzung im Brennkammerrohr (Reaktor). Die erhöhte Temperatur aller inneren Wandflächen des Brennkammerrohres verhindert die Kondensation von Wasserdampf und damit deren Korrosion z. B. unter der Einwirkung von sich bei der Verbrennung bildender Säuren. Die erhöhte Temperatur erschwert die Abscheidung von festen Reaktionsprodukten, z. B. von Siliziumoxid. Da praktisch keine Laugen oder Karbonate aus dem Sorptionsmittel in die Brennkammer gelangen können, werden auch Verkrustungen auf funktionswichtigen Bauteilen vermieden, wie zum Beispiel aus Kaliumfluorid bei der Nutzung von KOH zur Neutralisation.

Um einen definierten Wärmeübergang zwischen der Außenfläche des Brennkammerrohres und dem wassergekühlten Mantel zu erzielen, ist der Ringspalt zwischen diesen Bauteilen mit einem Gas, vorzugsweise mit Luft oder mit Stickstoff ausgefüllt. Dies kann eine stationäre Füllung sein, wobei geometrische Abmessungen und konstruktive Lösungen zur Einstellung einer geforderten Temperatur der Brennkammerwand unter Betriebsbedingungen angewendet werden. So kann man z. B. konstruktiv den Durchmesser des Brennkammerrohres bei gegebener Brennerleistung an den des Kühlmantels anpassen. Zur Einstellung der Temperatur des Brennkammerrohres kann aber auch ein bestimmtes Volumen an Gas zur Abfuhr einer überschüssigen Wärmeleistung durch den besagten Spalt geblasen werden.

Benfläche des Brennkammerrohres und dem wassergekühlten Mantel zur Einstellung einer geforderten Temperatur zu erzielen, kann aber auch der Ringspalt zwischen diesen Bauteilen mit einem festen Stoff bestimmter Wärmeleitfähigkeit, z. B. einer Packung aus Keramikwolle ausgefüllt werden.

Für die Einbeziehung des zylindrischen Bauteils mit dem besagten Körper gibt es zwei vorteilhafte Ausführungen:

Es kann zweckmäßig sein, dieses zylindrische Bauteil konstruktiv in die Sprühwascheinrichtung einzubeziehen. Es läßt sich aber auch das zylindrische Bauteil mit dem besagten Körper getrennt ausbilden.

Um eine wärmeisolierende Befestigung zwischen Brennkammerrohr und dem zylindrischen Bauteil zu gewährleisten, ist es zweckmäßig diese Teile mit Hilfe einer Steckverbindung mit einer lockeren Passung zu verbinden.

Die notwendige Wärmeisolation des Brennkammerrohres gegenüber dem zylindrischen Bauteil läßt sich mit einer Flanschverbindung erreichen, in der ein keramischer Abstandsring eingesetzt ist. Zweckmäßigerweise kann aber auch mit einer dünnwandigen Ausführung eines Teils des zylindrischen Bauteils aus X-Stahl und einer Schweißverbindung die erforderliche Wärmeisolation ausreichend erfüllt werden.

Eine günstige Beeinflussung des Verbrennungsgrades der Schadstoffe kann auch durch die Art der Zufuhr des Schadgases in den Ringbrenner erreicht werden. Es kann zweckmäßig sein, in einer Zufuhr zum Ringbrenner das Erdgas- bzw. Wasserstoff/Sauerstoffgemisch und in einer zweiten, zentralen Zufuhr das toxische Abgas zuzuführen. Hierbei wird das Schadgas in den heißen Kern der Flamme eingelassen. Es kann aber auch von Vorteil sein, das Brenngas, also Erdgas oder Wasserstoff, vor oder im Brenner mit dem toxischen Abgas zu mischen und den Sauerstoff allein und direkt im Bereich der Mündung des Ringbrenners einzublasen. Letztere Vorgehensweise führt zu geringeren Flammentemperaturen, was sich günstig auf die schädliche Stickoxidbildung in der Flamme auswirkt.

Als Waschflüssigkeit in der Sprühwascheinrichtung wird im einfachsten Fall Wasser eingesetzt. Eine Neutralisation von Säuren der umgesetzten Schadstoffe bzw. ihre Ausfällung als Salze kann jedoch bereits im Sprühwaschprozeß erreicht werden, wenn als Waschflüssigkeit Wasser mit Zusätzen von Natronlauge, Kalilauge, Kalkmilch, Natriumkarbonaten oder Kaliumkarbonaten eingesetzt wird.

Zum Zwecke der Reinigung des Brennkammerrohres und funktionsbedingter Teile in der Brennkammer können diese nach Außerbetriebsetzen der Reinigungseinrichtung entnommen und außerhalb der Einrichtung entsprechend behandelt werden.

Zum anderen kann aber auch eine Reinigung von Abscheidungen aus festen Stoffen dadurch erfolgen, daß innerhalb des Brennkammerrohres mechanische Einrichtungen angepaßt an den Innendurchmesser des Rohres angeordnet sind und daß im Bereich des Bodens der Baugruppe, in dem der Brenner angeordnet ist, eine Klappe vorgesehen ist. Die Beseitigung der festen Verbrennungs- oder Reaktionsprodukte, wie z. B. Oxide oder Kohle, erfolgt, in dem periodisch in Arbeitspausen der Abgasreinigungseinrichtung die mechanischen Einrichtungen, wie z. B. Bürsten oder Schaber bewegt werden. Während des Betriebes der Abgasreinigung sind diese Teile zweckmäßigerweise in den Bereich unter-

Betrieb der Brennkammer zu gewährleisten.

Die Anforderungen an die Wartung funktioneller Baugruppen sind in ihrem zeitlichen Abstand und den erforderlichen Arbeitsgängen sehr unterschiedlich. Aus Gründen der Zugänglichkeit und der Austauschbarkeit ist es deshalb zweckmäßig die Baugruppen der Abgasreinigungseinrichtung, nämlich Brennkammer mit Brenner, zylindrisches Bauteil, Sprühwascheinrichtung, Vakuumpumpe und Regenerationseinrichtung modular auszuführen und gemeinsam mit den zum Betrieb erforderlichen zusätzlichen Einrichtungen zur Medienversorgung, den Sensoren und der elektronischen Steuerung zu einer kompletten Anlage auf möglichst begrenzter Fläche zu integrieren. Daraus ergeben sich Vorteile hinsichtlich des Platzbedarfes in dem Halbleiterfertigungsbetrieb mit günstigen ökonomischen Auswirkungen auf den Bedarf an Investitionsmitteln.

Vorteile für das Arbeitsverfahren mit der Abgasreinigungseinrichtung resultieren dabei daraus, daß bei extrem kurzem Abstand zwischen ausgangsseifigem Flansch der Vakuumpumpe und der Brennkammer im Bereich von mehreren 100 mm das Volumen der Gasleitung zwischen den genannten Einrichtungen klein bleibt. Infolgedessen kühlt sich das durch die Vakuumpumpe etwa auf Atmosphärendruck verdichtete Abgas auf dem Weg zwischen Pumpe und Brennkammer praktisch nicht ab. Der notwendige Energiebedarf zur Aufheizung der Schadgase auf die für die Reaktion notwendige Temperatur in der Brennkammer reduziert sich erheblich, was zur Einsparung an Brenngasgemisch und damit zur Kostenreduzierung der Abgasreinigung beiträgt.

Bei einer gegenüber Raumtemperatur um mindesten 800 Celsius, vorzugsweise um mehr als 150° Celsius, erhöhten Temperatur des Abgases in der Verbindungsleitung wird außerdem eine Kondensation von Komponenten des Schadgases bzw. von Reaktionsprodukten der Schadstoffe, die unter der Einwirkung von Feuchte in der Verbindungsleitung entstehen, vermindert. Feuchte kann durch die Verbindungsleitung eindringen oder kann aus einer Rückdiffusion von Feuchtigkeit in der Brennkammer herrühren. Eine Rückdiffusion von Feuchtigkeit aus der Brennkammer kann bei der erfindungsgemäßen Einrichtung jedoch nicht oder nur sehr unwesentlich erfolgen, da in den Arbeitsphasen der Brennkammer keine Flüssigkeit im Brennerraum vorhanden ist und das Brennkammerrohr gegenüber Einrichtungen mit direktgekühltem Brennkammerrohr auf einer höheren Temperatur gehalten wird. In Reinigungsphasen der Brennkammer gelangt Feuchtigkeit entweder gar nicht in die Brennkammer (bei mechanischer Reinigung) oder wird durch Trocknen wieder beseitigt (bei Ausspülen der Abscheidungen und anschließendem Trocknen mit Hilfe eines eingelassenen Gases).

In bestimmten Anwendungsfällen für die Abgasreinigungseinrichtung kann es notwendig sein, die Vakuumpumpe für das Abgas oder die Regenerationseinrichtung für die Waschflüssigkeit räumlich nicht in die Abgasreinigungseinrichtung zu integrieren, sondern als getrennte Module aufzustellen. So können z. B. Anforderungen unterschiedlicher Halbleiterprozeßanlagen es erforderlich machen, die gegebenenfalls prozeßbedingt unterschiedlichen Vakuumpumpen direkt in die Prozeßanlagen aufzustellen. In diesem Fall sind Verbindungsleitungen zwischen Vakuumpumpe und Brennkammer in einer Länge von mehreren Metern unvermeidlich. Um auch so die Kondensation von Schadstoffen oder

gen zu vermeiden und eine erhöhte Eintrittstemperatur des Schadgases beim Eintritt in die Brennkammer zu sichern, werden die Verbindungsleitungen wärmeisoliert, wodurch die Kompressionsenergie der Pumpen genutzt werden kann, oder das Abgas bzw. die Verbindungsleitungen werden zusätzlich beheizt.

Eine getrennte Ausführung und Aufstellung des Moduls für die Regenerierung der Wasch- bzw. Sorptionsflüssigkeit ist angebracht, wenn eine Regenerierungseinrichtung mit größerer Kapazität für mehrere Gasreinigungseinrichtungen gemeinsam genutzt wird.

Um in erfindungsgemäßen Gasreinigungseinrichtung das Arbeitsverfahren kontrollieren und steuern zu können, sind im Bereich des Brennkammerrohres Sensoren für die Messung der Temperatur der Brenngasflamme, für die Kontrolle ob die Flamme brennt und für die Temperatur- und Druckkontrolle in der Zuführung für das Abgas eingesetzt. Darüberhinaus kann es zweckmäßig sein, die Einrichtung durch Sensoren für die Volumenflüsse von Brenngas, Sauerstoff und Abgas zu ergänzen. Während des Betriebes der Einrichtung werden die Meßwerte der installierten Sensoren für die Steuerung, Regelung und Überwachung genutzt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn zur Steuerung der Volumina von Brenngas und Sauerstoff für den Brenner die Meßwerte der Volumenflüsse der Prozeßgase der Beschichtungs- und Ätzanlagen und des Volumenflusses des Spülgases der Vakuumpumpe genutzt werden.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand einer in Fig. 1 dargestellten, bevorzugten Ausführungsform der Einrichtung näher erläutert. Die Fig. 1 zeigt einen schematischen Längsschnitt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung besitzt eine zylindrische Brennkammer (1) aus korrosionsbeständigem Material. Sie hat 15 cm Durchmesser und ist 70 cm hoch. Diese Brennkammer ist in einem direkt wassergekühlten Mantel (2) mit den geschlossenen Kühlkanälen (3) montiert.

Auf den Mantel (2) ist mit Hilfe der Flansche (4) ein zylindrisches Bauteil (5) aufgesetzt. Im zylindrischen Bauteil (5) ist ein Körper eingesetzt, der aus zwei Teilkörpern (6) und (7) besteht, die beide konvexe Flächen haben und derart mit Haltestegen (8) und (9) aus Edelstahl untereinander verbunden sind, daß die konvexen Außenflächen der Teilkörper in entgegengesetzten Richtungen zur Achse der Brennkammer weisen. Der Teilkörper (7) hat einen Durchmesser von 19 cm. Der Körper aus den Teilkörpern (6) und (7) ist mit den Haltestegen (10) und (11) auf den oberen Rand der Brennkammer (1) aufgesetzt. Durch die Länge dieser Haltestege ist der Abstand der oberen Kante der Brennkammer (1) zum Teilkörper (6) mit 2 cm festgelegt. Im Bereich des Flansches (4) wird am zylindrischen Bauteil (5) ein Ring (12) der Höhe 4 cm ausgebildet, wobei eine Ringwanne für das Kühl-, Wasch- bzw. Sorptionsmittel (13) entsteht. Dort ist ein Ausfluß (14) für das Waschmittel vorgesehen. Der innere Durchmesser des zylindrischen Bauteiles (5) beträgt 23 cm.

Mit Hilfe der Flansche (15) ist das zylindrische Bauteil (5) mit der Sprühwascheinrichtung (16) verbunden. In der Sprühwascheinrichtung (16) sind in Achsenrichtung nacheinander zwei Kegeldüsen (17) und (18) mit den Zuflüssen (19) und (20) angeordnet. Die Düsen versprühen das Waschmittel in zwei Sprühkegel (21) und (22). Zwischen Haltesieben (23) und (24) sind in der Sprühwascheinrichtung im Bereich zwischen den Kegeldüsen (17) und (18) Waschringle (25) angeordnet. Im oberen

Stutzen (26) zum Anschluß an die Abluftanlage.

Das Brennkammerrohr (1) steckt mit dem oberen Ende im Ring (12) in einer lockeren Passung.

Das Brennkammerrohr (1) steckt mit dem unteren Ende in einer lockeren Passung (27) in einem Bauteil (28).

Ein 4 cm breiter Ringspalt zwischen Brennkammerrohr (1) und wassergekühltem Mantel (2) ist mit Keramikwolle (29) ausgefüllt.

Der Ringbrenner (30) ist zentral in dem Bauteil (28) angeordnet, ihm wird das Brenngasgemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff über eine Zufuhr (31) zugeführt wird. Der Ringbrenner (30) hat einen Durchmesser von 25 mm. Über dem Ringbrenner (30) bildet sich die Brenngasflamme (32) aus.

Im Betrieb der Gasreinigungseinrichtung wird das Abgas aus den Prozeßanlagen der Halbleiterschaltkreisherstellung über die Zuleitung (33) der trockenlaufenden Vakuumpumpe (34) zugeführt und auf etwa Atmosphärendruck verdichtet. Das Abgas mit Schadstoffen unterschiedlicher Zusammensetzung wird dann in den Brenner (30) über den Einlaß (35) geleitet. Es tritt zentral in die Brenngasflamme (32) ein. Die Verbindungsleitung (36) zwischen Vakuumpumpe (34) und Einlaß (35) des Brenners der Reinigungseinrichtung ist 450 mm lang. Das komprimierte Abgas zusammen mit dem Purgegas der Vakuumpumpe hat beim Eintritt in den Brenner eine Temperatur von 160° Celsius. Die Abgaszufuhr in den Ringbrenner (30) erfolgt nach Öffnen des Ventiles (37). Die thermische und/oder chemische Umwandlung der Schadgase des Abgasstromes nach Eintritt in die Flamme (32) im Raum der Brennkammer (38). Der heiße Gasstrom strömt in Pfeilrichtung (39) zunächst durch die Brennkammer, dann durch das zylindrische Bauteil (5), wo er durch die Waschflüssigkeit auf deren Temperatur abgeschreckt und der Sorptionsprozeß eingeleitet wird. Der abgeschreckte Abgasstrom strömt in Richtung der Pfeile (40) und (41) durch die Waschringe (25) der zweiten Waschstrecke in der Sprühwascheinrichtung (16).

Nach erfolgter Wäsche des Gasstromes in der Sprühwascheinrichtung (16) wird das gereinigte Abgas in Pfeilrichtung (42) durch den Stutzen (26) in die Abluftanlage überführt.

Feste Reaktionsprodukte der Schadstoffumsetzung in der Brennkammer sammeln sich am Boden des Bauteiles (28), sie können mittels der Klappe (43) abgelassen werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Beseitigung von Schadstoffen aus den Abgasen von CVD- und Plasmaätzprozessen bestehend mindestens aus einer Brennkammer mit Brenner mit Zufuhr von, mittels einer Vakuumpumpe verdichtetem Abgas, mit Zufuhr von Brenngas und Sauerstoff, einer Sprühwascheinrichtung und einer Regenerationseinrichtung für die Waschflüssigkeit, dadurch gekennzeichnet,

a) daß in einen direkt gekühlten Mantel, vorzugsweise mit Wasser als Kühlmittel in geschlossenen Kühlkanälen, das Brennkammerrohr angeordnet ist, wobei der Spalt zwischen diesem Mantel und dem Brennkammerrohr mit einem Stoff bestimmter Wärmeleitfähigkeit gefüllt ist,

b) daß zwischen Brennkammer und Sprühwascheinrichtung ein zylindrisches Bauteil

einem Körper eingesetzt ist, der in seiner Projektion in Richtung der Achse des Brennkammerrohres größer als die lichte Weite des Brennkammerrohres ist und in radialer Richtung derart begrenzt ist, daß zwischen der Innenwand des zylindrischen Bauteiles und besagtem Körper ein Spalt bleibt, dessen Fläche vorzugsweise im Bereich der Größe der Fläche der Öffnung des Brennkammerrohres ist, c) daß besagter Körper mit Halteteilen am zylindrischen Bauteil oder am Brennkammerrohr derart befestigt ist, daß die Fläche der Durchgangsöffnung zwischen Brennkammerrohr und dem Körper ebenfalls im Bereich der Größe der Fläche der Öffnung des Brennkammerrohres ist,

d) daß der Körper aus mindestens zwei Teilen ausgebildet ist, von denen ein Teilkörper in Richtung auf die Öffnung des Brennkammerrohres und der andere Teilkörper in Richtung der Sprühwascheinrichtung weist, wobei beide Körper wärmeisoliert gegeneinander befestigt sind,

e) daß der untere Teil des zylindrischen Bauteiles derart ausgebildet ist, daß sich eine ringförmige Wanne für die Waschflüssigkeit ausbildet,

f) daß das Brennkammerrohr axial mindestens um die Höhe der inneren Ringwannenbegrenzung in das zylindrische Bauteil hineinreicht und wärmeisolierend befestigt ist,

g) daß das Brennkammerrohr wärmeisolierend auf einem Bauteil aufgesetzt ist, in dem der Brenner angeordnet ist, und

h) daß der wassergekühlte Mantel in Achsenrichtung auf den Bereich der Längsausdehnung des Brennkammerrohres begrenzt ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß als Stoff bestimmter Wärmeleitfähigkeit ein Gas, vorzugsweise Luft oder Stickstoff eingesetzt wird.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß als Stoff bestimmter geringer Wärmeleitfähigkeit ein fester Stoffe z. B. eine Packung aus Keramikwolle eingesetzt wird.

4. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das zylindrische Bauteil konstruktiv in die Sprühwascheinrichtung einbezogen ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das zylindrische Bauteil mit dem besagten Körper als getrennte Baugruppe ausgeführt und zwischen Brennkammergehäuse und Waschereinrichtung eingesetzt ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeisolation zwischen Brennkammerrohr und zylindrischem Teil durch eine lockere Passung einer Steckverbindung erreicht wird.

7. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeisolation zwischen Brennkammerrohr und zylindrischem Teil durch Abstandsringe an den Verschraubungen erreicht wird.

8. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeisolation zwischen Brennkammerrohr und zylindrischem Bauteil durch ein dünnwandiges Teil und eine Schweißung erreicht wird.

kennzeichnet, daß Wasser als Waschflüssigkeit eingesetzt wird.

10. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, daß Wasser mit Zusätzen von alkalischen Substanzen, z. B. NaOH; KOH oder Karbonaten, als Waschflüssigkeit eingesetzt wird. 5

11. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 10 dadurch gekennzeichnet, daß am Ringbrenner eine Zufuhr für das Abgas und eine Zufuhr für das Brenngasgemisch vorgesehen ist. 10

12. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 10 dadurch gekennzeichnet, daß eine Zufuhr für das Brenngas gemeinsam mit dem Schadgas und eine getrennte Zufuhr für den Sauerstoff vorgesehen ist.

13. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 12 dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Brennkammerrohres, angepaßt an dessen Innendurchmesser, mechanische Einrichtungen, wie z. B. Bürsten oder Schaber angebracht sind und daß im Bereich des Bodens der Baugruppe, in der der Brenner befestigt ist, eine Klappe vorgesehen ist. 20

14. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 13 dadurch gekennzeichnet, daß die Baugruppen der Reinigungseinrichtung Brennkammer mit Brenner, zylindrisches Bauteil, Sprühwascheinrichtung, Vakuumpumpe und Regenerationseinrichtung modular ausgeführt und gemeinsam mit den Medienversorgungseinrichtungen sowie der elektronischen Steuerung zu einer kompakten Anlage integriert sind. 30

15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Baugruppen der Reinigungseinrichtung Brennkammer mit Brenner, zylindrisches Bauteil, Sprühwascheinrichtung, modular ausgeführt und gemeinsam mit den Medienversorgungseinrichtungen sowie der elektronischen Steuerung zu einer kompakten Anlage integriert sind, und das Vakuumpumpe und Regenerationseinrichtung als getrennte Module ausgeführt sind. 35

16. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 15 dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Brennkammerrohres und an den Medienzuführungen Sensoren angeordnet sind, insbesondere für Temperatur und Druck des zugeführten Abgases, für die Volumenflüsse von Brenngas, Sauerstoff und Abgas, für die Kontrolle der Flamme und für den pH-Wert der Waschflüssigkeit. 40 45

17. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 16 dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Abgaseinrichtung, insbesondere zur Steuerung der Volumina von Brenngas und Sauerstoff für den Brenner die Meßwerte der Volumenflüsse der Prozeßgase der Beschichtungs- und Ätzanlagen und des Volumenflusses des Spülgases der Vakuumpumpe genutzt werden. 55

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

